

жу), плюс технічні переваги поліетиленових труб перед сталевими-збільшення на 30-40% пропускній здатності за рахунок меншого коефіцієнта шорсткості, зносостійкості, інертність до корозії, мінімальне технічне обслуговування й відсутність захисних установок і споруджень [3].

2. Застосування одноступінчастої схеми газопостачання як з високого тиску, так і з середнього з використанням поліетиленових газопроводів і будинкових регуляторів тиску дозволяє знизити витрати на будівництво систем газопостачання на 20-30%.

3. Ремонт і реновація корозійних газопроводів передбачає застосування принципово нових технологій (метод протягнення стандартних поліетиленових труб у середині зношених сталевих).

4. Застосування сучасного енергозберігаючого газового обладнання дозволяє забезпечити не тільки надійну й безперебійну подачу газу, але й підтримувати оптимальний режим газопостачання.

5. Автоматизовані системи керування об'єктами газопостачання, розроблені на базі новітніх геоінформаційних технологій, забезпечують можливість оптимізації режимів роботи, підвищують надійність і безпеку технологічних процесів.

Таким чином, якщо при реалізації якого-небудь заходу виявляться нездоланні проблеми або ефект від упровадження технологій буде надто малий, це не вплине на реалізацію інших заходів.

1. Сідак В.С. Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 227 с.

2. Бакалін Ю.І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент. – 3-є вид., перероб. та доп. – Харків: БУРУН і К, 2006. – 320 с.

3. Капцов И.И., Гвоздецкий А.В., Редько А.А. Методы монтажа сантехнических систем из неметаллических труб. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 141 с.

*Отримано 07.02.2006*

УДК 330.34.1 : 666.764 : 656.964.6/8

В.С.СІДАК, канд. техн. наук, В.М.СУПОНЄВ, Ю.Ф.БРОНЕВСЬКИЙ,  
О.М.ХРЕНОВ, канд. техн. наук, О.С.КРОТІКОВА

*Харківська національна академія міського господарства*

## **НОВИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РІВНЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПРОВІДІВ-ВВОДІВ**

Пропонується новий підхід якісної оцінки рівня технічного стану газопроводів-вводів і формалізація визначення її кількісного значення на основі експертних оцінок.

Основним енергоносієм для населення, комунальної і промислової

енергетики великих міст є природний газ, тому гарантована безперебійна подача газу споживачам має важливе значення для населення України.

За останні роки простежується ріст заявок з причини витоків газу на розподільних газопроводах і газопроводах-вводах до житлових будинків, це пов'язано зі старінням системи газопостачання (рис.1). Тільки в м.Харкові з 4,5 тис. км газопроводів знаходиться в експлуатації: понад 40 років – 1,4 тис. км газопроводів (30%); понад 30 років – 3,0 тис. км газопроводів (67%) (рис.2).

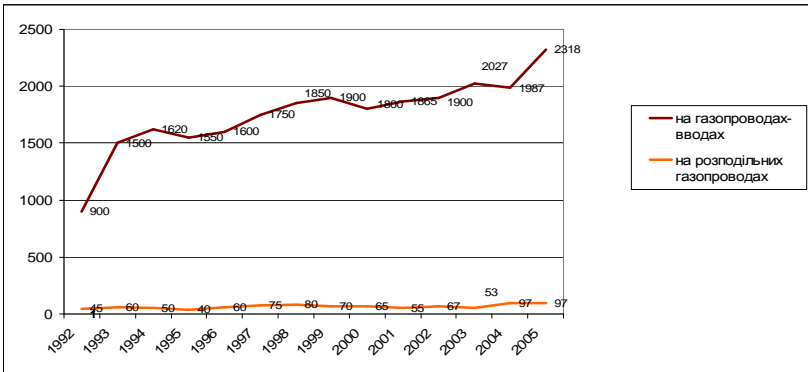


Рис.1 – Статистика надходження заявок з причини витоку газу на розподільних газопроводах і газопроводах-вводах до міських будинків в м.Харкові

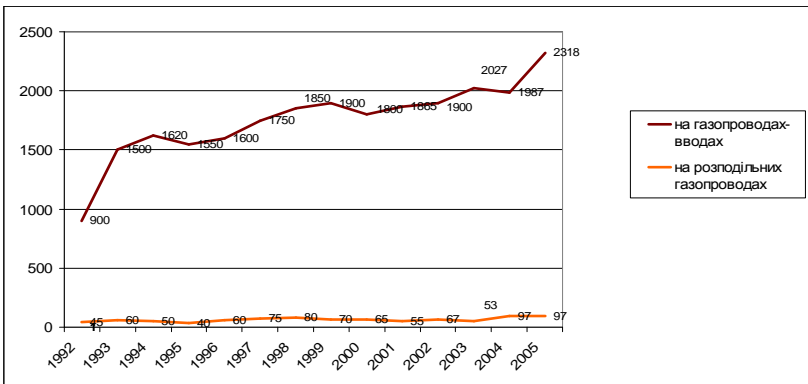


Рис.2 – Діаграми термінів експлуатації газопроводів ВАГ „Харківміськгаз”

Основними причинами витоків газу найчастіше є розриви зварювальних з'єднань, наскрізні корозійні пошкодження газопроводів, які експлуатуються певний час без електрозахисних установок, тощо (рис.3).

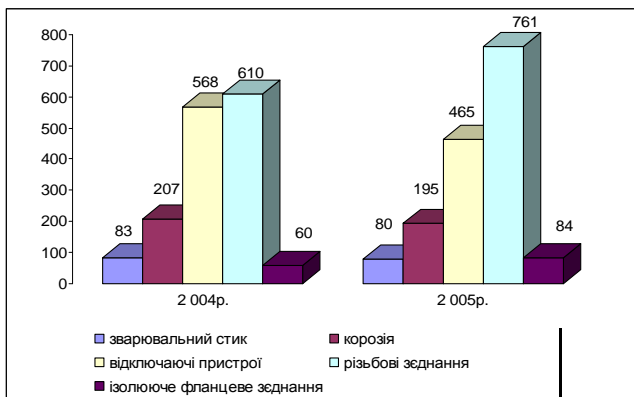


Рис.3 – Діаграма порівнянь витоку газу відповідно до різних складових;

Оперативно виявити характерні зміни й пошкодження окремих елементів газорозподільних мереж, простежити інтенсивність руйнуючих процесів, виявити реальний стан газопроводів і споруд на них дозволяє своєчасне обстеження та оцінка їх технічного стану.

Найменування показника	Надходило заявок за рік, шт.														
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
На газопроводах-вводах	900	1500	1620	1550	1600	1750	1850	1900	1950	1740	1671	2027	1987	2318	
На розподільних газопроводах	45	60	50	40	60	75	80	70	65	55	67	53	97	97	

Згідно з нормативами України [1, 2], підлягають обстеженню всі діючі газові мережі незалежно від терміну експлуатації, відомчої належності і форми власності, а також газопроводи, які тимчасово не експлуатуються. В Україні визначені методики діагностування магістральних трубопроводів високого тиску [3]. Також діє лише один нормативний документ [4], правила якого визначають критерії оцінки технічного стану підземних сталевих розподільних газопроводів. Ці методики та правила розповсюджуються лише на зовнішні газопроводи значної довжини, що знаходяться поза будинками. Нормативна література з проведення обстеження й оцінки технічного стану газопроводів-вводів до міських будинків в Україні відсутня.

В статті запропоновано новий підхід якісної оцінки рівня технічного стану газопроводів-вводів та формалізація визначення її кількісного значення на основі експертних оцінок.

Методика проведення технічного обстеження та визначення якісної оцінки рівня технічного стану газопроводів-вводів багато в чому аналогічна організації проведення технічного обстеження розподільчих підземних і надземних газопроводів з тією різницею, що в структурі газопроводу-вводу є частина газопроводу на межі розподілу двох середовищ – «земля - повітря» [5]. Газопровід, що знаходиться між двома середовищами, піддається різним впливам: перепадам температури, тиску, вологості; розходженням у механічній напрузі; різним хімічним складом навколишнього середовища та іншим хімічним і фізичним факторам, де корозійні процеси проходять більш інтенсивно. Тому ділянка газопроводу-вводу на межі розподілу двох середовищ найбільше піддається руйнуванню і, як правило, має найгірший технічний стан.

Враховуючи ці обставини, газопровід умовно поділено на три частини: перша підземна частина від місця приєднання до розподільного газопроводу і крайнього зварювального стику перед поворотом на вихід на поверхню (частина *а*); друга підземна частина від крайнього зварювального стику перед поворотом газопроводу на вихід на поверхню до рівня землі і надземна частина до відмітки 0,5 м над рівнем землі – на межі розподілу двох середовищ (частина *б*); третя надземна частина вище відмітки 0,5 м над рівнем землі до пристрою, що відключає, і ізолюючого з'єднання (частина *в*) (рис.4).

Технічний стан газопроводу-вводу, що визначається частинами, оцінюється за 10 основними критеріями за бальною системою аналогічно з розподільними газопроводами: 1.Герметичність трьох частин (*а*, *б*, *в*) газопроводів-вводів. 2.Стан і тип ізоляційного покриття підземної частини і на межі двох середовищ (частин *а*, *б*). 3.Стан металу труби (частин *а*, *б*, *в*). 4.Якість зварювальних з'єднань (частин *а*, *б*, *в*). 5.Стан опор, кріплень, ізолюючих прокладок між металлоконструкціями і т.д. (частини *в*). 6.Наявність підсипання і присипки піском (частин *а*, *б*). 7.Корозійний стан (агресивність середовища, наявність небезпечного впливу блукаючих струмів) (частин *а*, *б*). 8.Стан ЕХЗ (частин *а*, *б*). 9.Стан футляра (при наявності) на виході газопроводу-вводу із землі, наявність контрольної трубки (КТ), наявність і стан вимощення (поверхневого водовідводу) (частини *б*). 10.Стан ізолюючих з'єднань або ізолюючих фланцевих з'єднань (ІФЗ) (частини *в*).

Обстеження та оцінка технічного стану здійснюється для кожної частини окремо, а загальний стан газопроводу-вводу оцінюється за

найгіршим з трьох показників [5]. Фактично це означає перехід від деякої численності локальних критеріїв, що характеризують окремі сторони технічного стану даного об'єкта до одного або декількох максимально інформативним показникам, на підставі яких і робиться остаточний висновок. Така оцінка геометрично інтерпретується як точка в багатомірному просторі координат, що визначає значення узагальненої характеристики технічного стану газопроводів-вводів. Така методика припускає якісне визначення рівня технічного стану газопроводів-вводів.

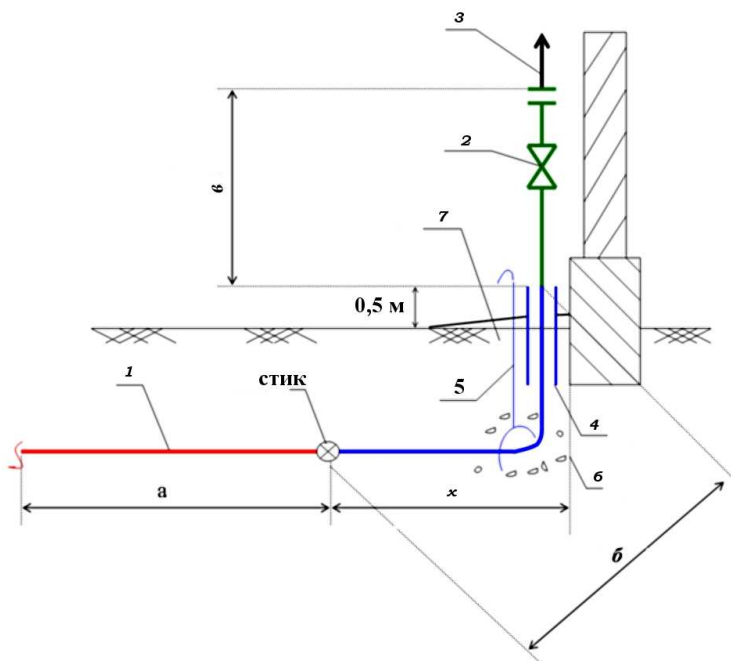


Рис.4 – Структура газопроводу-вводу

Підхід кількісної оцінки рівня технічного стану газопроводів-вводів припускає порівняння поточного стану з якимось базовим або еталонним варіантом, технічні характеристики якого відповідають затвердженім нормам. Локальні критерії, що характеризують, окремі сторони технічного стану, мають різні одиниці виміру. Агрегування локальних показників припускає приведення їх до загальної основи з мінімальною втратою інформації. Вектор первісних локальних критеріїв замінюється вектором стандартизованих параметрів, які є безроз-

мірними. Формування даного вектора, що характеризує еталонний технічний стан газопроводів-вводів пропонується реалізувати на основі евристичного використання знань, досвіду й інтуїції провідних спеціалістів даної галузі, а саме експертних оцінок. Експертні оцінки – не тільки засіб одержання інформації, але й інструмент глибокого аналізу факторів, що впливають на процес дослідження. Спеціальні математичні засоби обробки оцінок, які отримані експертним шляхом, підвищують їх надійність і точність.

Як математичний метод отримання достовірної інформації від групи авторитетних фахівців у роботі використовувався метод експертних оцінок Дельфі. Сутність даного методу полягає в тому, що вихідною передумовою для нього є гіпотеза, яка уявляє відповідним чином оброблену колективну думку експертів, що володіють необхідними знаннями, узагальнює їхні індивідуальні оцінки і має необхідний ступінь надійності і достовірності.

Для забезпечення надійності оцінок, експертами були обрані висококваліфіковані і широко інформовані фахівці в питаннях діагностики газопроводів. При виборі кількості фахівців, що приймають участь в опитуванні, використовувався принцип, який застосовується у кібернетиці – кількість експертів не повинна бути менше, ніж кількість проблем, що досліджуються.

За результатами експертизи були розраховані для всіх показників медіана, 1-й і 3-й квартилі, дисперсія міжквартильної відстані. У цьому випадку медіана розглядалася як групова думка експертів, а міжквартильна відстань є показником погодженості думок.

Медіана – значення відповіді експерта, що варіюється, і припадає на середину ранжированої сукупності

$$M_e = x_0 + k \left( \frac{\sum f_m}{2} - S_{m-1} \right) / f_m, \quad (1)$$

де  $x_0$  – нижня границя медіанного інтервалу;  $k$  – величина інтервалу;  $f_m$  – частота медіанного інтервалу;  $S_{m-1}$  – сума накопичених частот в інтервалах, що передують медіанному.

Перший і третій квартилі відповідають варіантам, що визначають у порядку зростання з лівої і правої сторони по чверті сукупності:

$$Q_1 = x_{Q1 \min} + k \left( \frac{0.25 \sum m - S_{Q1-1}}{m_{Q1}} \right); \quad (2)$$

$$Q_3 = x_{Q3\min} + k \left( \frac{0.25 \sum m - SQ3 - 1}{mQ3} \right); \quad (3)$$

де  $Q_1$  и  $Q_3$  – відповідно перший і третій кuartили;  $x_{Q1\min}$  – мінімальна границя інтервалу, що містить перший кuartиль верхній, яка визначається за накопиченими частотами;  $x_{Q3\min}$  – аналогічно для третього нижнього кuartиля;  $SQ1 - 1$  – накопичена частота інтервалу, що передує інтервалові і містить нижній кuartиль;  $SQ3 - 1$  – те ж для верхнього кuartиля.

Відповіді, що потрапили за межі кuartилей, відкидаються як екстремальні. Відповіді значення яких відповідають межкuartильний відстані вважаються погодженими. Для перевірки ступеня погодженості обчислюється дисперсія відповідей по залежності

$$\sigma^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} - \left( \frac{\sum x_i}{n} \right)^2. \quad (4)$$

Отже, чим ближче ступінь коливання дисперсії відповідей експертів нулеві, тим вище репрезентативність погодженої вибірки. На підставі проведених досліджень визначені переважні висновки експертів, що дало можливість виявити сукупність основних факторів і ступінь їхнього впливу на рівень технічного стану газопроводів-вводів. Результати обробки експертної інформації дозволили визначити значення показників, що визначають параметри технічного стану газопроводів-вводів для базового варіанта. При цьому абсолютні значення базових або еталонних показників, характеризують ступінь їх впливу на технічний стан газопроводів-вводів.

Дана система оцінки дозволяє формально характеризувати поточний стан газопроводів-вводів по кожному показнику, і формувати інтегральний показник, що визначає технічний стан газопроводів-вводів у цілому. Впровадження запропонованого підходу дозволить визначити кількісні характеристики технічного стану газопроводів-вводів, на базі яких робляться висновки стосовно подальшої експлуатації, капітального ремонту або санації даних газопроводів.

1.ДНАОП 0.00-1.20-98. Правила безпеки систем газопостачання України. (ПБСГУ). – К., 1998. – 368 с.

2.Государственные строительные нормы Украины ДБН В.2.5-20-2001. Газоснабжение. Инженерное оборудование зданий и сооружений / Госстрой Украины. – К., 2001.

3.Диагностирование трубопроводов высокого давления систем газоснабжения. Методика М.2-97. – Харьков: Инженерно-технический центр «Диагностика», 1997.

4.Правила обследования, оценки технического состояния, паспортизации и проведения планово-предупредительных ремонтов газопроводов и сооружений на них. Утверждено приказом Госкомстроя от 9 июня 1998 г. № 24. Зарегистрировано в Минюсте Украины 13 ноября 1998 г. № 723/3163. – К., 1998. – 61 с.

5.Стандарт организации ОАО «Харьковгоргаз». СОУ 11.2-03359552-001-2004. Положение по обследованию, оценке технического состояния паспортизации газопроводов-вводов. Введен приказом по предприятию от 14.07.2004 г. №141. – 19 с.

6.Сідак В.С. Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання. – Харків: ХНАМГ, 2005.

7.Сідак В.С., Дудолад О.С. Комплексні підходи до керування надійністю систем газопостачання. – Харків, 2006. – 248 с.

8.РД 12-411-01. Инструкция по диагностированию технического состояния подземных стальных газопроводов. – М: ПИО ПОТ, 2002.

9.Лебедь Н.П., Менджун А.Р. Практическое пособие по экспертной оценке предприятий. – К.: ФКИ Украины, Консалтинговые фирмы „Логалис-Эксперт”, „Эксперт-ЛТ”, 1996. – 280 с.

10.Белявский И.К. Маркетинговое исследование: информация, анализ, прогноз. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 320 с.

11.Тернер Д. Вероятность, статистика и исследование операций: Пер. с англ. Е.З.Демиденко и В.С.Занадворова / Под ред. А.А.Рывкина. – М.: Статистика, 1976. – 431 с.

12.Экспертные оценки. Методы и применение (Обзор) / Д.С.Шмерлинг, С.А.Дубровский, Т.Д.Аржанова и др. // Статистические методы анализа экспертных оценок. – М.: Наука, 1977. – С.289-282.

*Отримано 07.02.2006*

УДК 621.311.1.016

Н.В.ФЕДОРОВ, А.М.ХРЕНОВ, кандидаты техн. наук  
*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ИНФОРМАЦИОННО-ГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 10/0.4 кВ**

Рассматривается система, обеспечивающая оперативный расчет электрической сети и наглядное отображение результатов этого расчета.

Предлагаемая нами система позволяет на основании информации о топологии электрической сети, параметрах ее участков (соединительных кабелей), данных о работе ТП10/0.4 и РП рассчитывать потокораспределение в электрической сети, а также оперативно пересчитывать изменения в потокораспределении при изменении структуры сети и/или параметров работы ТП10/0.4.

Результаты расчета отображаются на графическом аналоге мнемосхемы электрической сети, которая выводится на экран монитора. При запуске системы на экране появляется основное окно (рис.1).